

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESPECIALIDAD EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA INFANTIL

**EFFECTO DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN FRACTURAS DE HÚMERO
DISTAL EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA**

Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ortopedia y Traumatología Infantil para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil

Dr. Carlos Luis Abarca Campos

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Costa Rica

2021

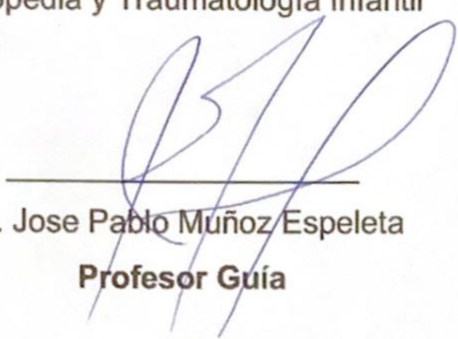
DEDICATORIA

A Wendy,
Gracias por el apoyo, los consejos y la fuerza.

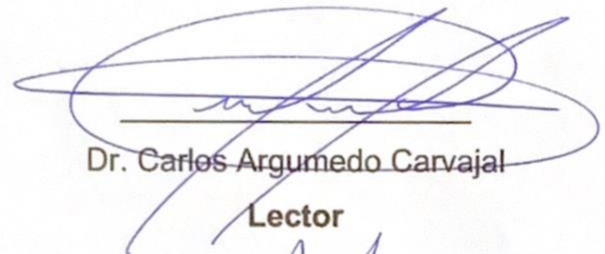
A Carlos y Braulio,
Mi mayor motivación.

A los colaboradores del Servicio de Ortopedia HNN,
Gracias por su apoyo.

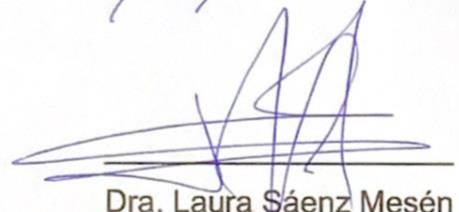
Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ortopedia y Traumatología Infantil de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil



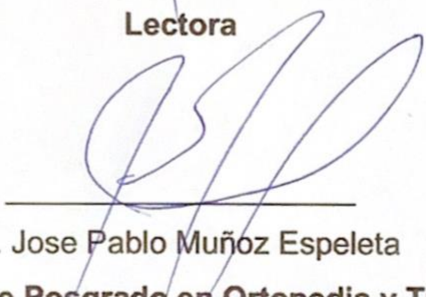
Dr. Jose Pablo Muñoz Espeleta
Profesor Guía



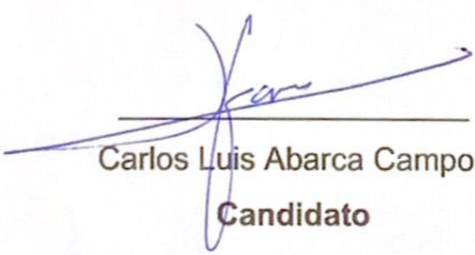
Dr. Carlos Argumedo Carvajal
Lector



Dra. Laura Sáenz Mesén
Lectora



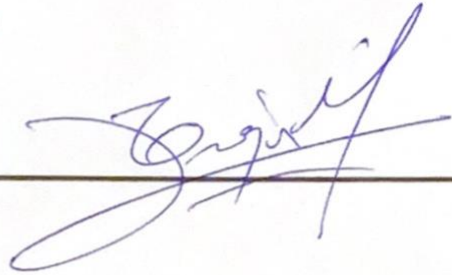
Dr. Jose Pablo Muñoz Espeleta
Coordinador Programa de Posgrado en Ortopedia y Traumatología Infantil



Carlos Luis Abarca Campos
Candidato


JURADO

Luis Trujillo Sosa



Roger Lora A.

José P. Muñoz E.



Carlos Argumedo C.



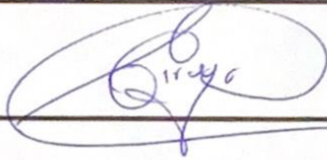
Laura Saiz A.



Rafael Rincón S.



Rodolfo Arango Parra



ÍNDICE

Título.....	i
Dedicatoria.....	ii
Hoja de aprobación.....	iii
Jurado.....	iv
Índice.....	v
Resumen.....	vi
Lista de Tablas.....	vii
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Abreviaturas.....	viii
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
Marco Teórico.....	4
Métodos de Trabajo.....	7
- Tipo de estudio.....	7
- Criterios de inclusión y exclusión.....	7
- Método.....	8
- Análisis estadístico y Análisis de resultados.....	9
- Definición de variables.....	10
Resultados.....	11
Discusión.....	14
Conclusiones.....	17
Referencias.....	18
Anexo #1. Tabla de IMC para la edad para niñas.....	21
Anexo #2. Tabla de IMC para la edad para niños.....	22
Anexo #3. Hoja de recolección de datos.....	23
Anexo #4. Tablas de análisis estadístico.....	24
Anexo #5. Carta de aprobación filológica.....	26

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación retrospectiva y observacional de la población atendida en el Servicio de Emergencias del Hospital Nacional de Niños por fracturas supracondíleas y de cóndilo lateral de húmero distal en el periodo comprendido entre el 1º de septiembre al 31 de diciembre del 2019 para conocer si el sobrepeso y la obesidad presentaban alguna influencia en la severidad de las fracturas. Se estudió una población de 172 pacientes y se observó un total de 132 fracturas supracondíleas y 40 fracturas de cóndilo lateral. No se encontró una relación entre un aumento del IMC y mayor cantidad de fracturas de cóndilo lateral. Sí se observó una relación estadísticamente significativa entre el aumento del IMC y la severidad de las fracturas supracondíleas.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Definición de variables.....	8
Tabla 2	Características de la población de estudio.....	10
Tabla 3	IMC vs tipo de fractura.....	18
Tabla 4	Edad vs tipo de fractura.....	18
Tabla 5	IMC vs grado de severidad (FxSC).....	18
Tabla 6	IMC vs grado de severidad (FxCL).....	18
Tabla 7	Energía vs Tipo de fractura.....	19
Tabla 8	Energía vs grado de severidad (FxSC).....	19
Tabla 9	Energía vs grado de severidad (FxCL).....	19
Tabla 10	Energía vs grado de severidad (FxSC).....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Población de estudio.....	9
----------	---------------------------	---

LISTA DE ABREVIATURAS

- **CDC:** Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (Centers for Disease Control and Prevention)
- **FxCL:** Fractura de cóndilo lateral
- **FxSC:** Fractura supracondílea
- **IMC:** índice de masa corporal
- **RAFI:** Reducción abierta y fijación interna
- **RCFI:** Reducción cerrada y fijación interna



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP

Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Carlos Luis Abarca Campos, con cédula de identidad 1-1208-0826, en mi condición de autor del TFG titulado Efecto del sobrepeso y la obesidad en fracturas de húmero distal en la población pediátrica

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI ☒ NO * ☐

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Carlos Luis Abarca Campos

Número de Carné: A30005 Número de cédula: 1-1208-0826

Correo Electrónico: caraba84@gmail.com

Fecha: 13 de enero, 2021 Número de teléfono: 8367-2999

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Jose Pablo Muñoz Espeleta

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Introducción

El aumento excesivo del peso corporal en la población infantil y adolescente, ha demostrado tener efectos deletéreos en la salud en general, con repercusiones que van más allá de lo estético y psicológico. Es sabido incluso que el tejido graso presente en etapas pre púberes se mantiene hasta la edad adulta, de tal manera que el sobrepeso y la obesidad infantil tienen un efecto nocivo en etapas maduras de la vida.

El aumento del IMC también tiene repercusiones en la salud esquelética, y se ha asociado a ambientes de inflamación crónica de bajo grado y alteraciones endocrinológicas, llegando incluso a tener relación con la osteoporosis. En niños con IMC corporal por encima de lo normal, se han visto cambios biomecánicos que los predisponen a traumas contusos con mayor severidad respecto de sus pares etarios.

Entre las fracturas de húmero distal, que es el enfoque de este trabajo, las fracturas de cóndilo lateral se consideran de mayor severidad respecto de las fracturas supracondíleas, dado que las primeras son lesiones intrarticulares. Este estudio pretende encontrar si existe una relación entre el aumento del IMC y la severidad de las fracturas de húmero distal en la población infantil y adolescente atendida en el Hospital Nacional de Niños en el periodo del 1 de septiembre al 31 de diciembre del 2019.

Objetivos

Objetivo principal

- Identificar si el aumento del IMC se asocia a mayor incidencia de fracturas de cóndilo lateral versus fracturas supracondíleas de húmero distal en la población infantil y adolescente atendida en el Hospital Nacional de Niños desde el 1º de septiembre al 31 de diciembre del 2019.

Objetivos secundarios

- Observar si la edad influye en la producción de fracturas supracondíleas versus fracturas de cóndilo externo de húmero distal.
- Determinar si el mecanismo de trauma influye en la morfología de las fracturas de húmero distal.
- Valorar si el IMC influye en el manejo de las fracturas de húmero distal.

Hipótesis

El aumento del IMC en la población infantil y adolescente se asocia a mayor incidencia de fracturas de cóndilo lateral.

Marco Teórico

El sobrepeso y la obesidad infantil se han convertido en una epidemia de carácter global, definiéndose como la proporción de niños con índice de masa corporal (IMC) para la edad entre percentil 85 y percentil 95 y por arriba del percentil 95, respectivamente (1). Durante la última década se ha estimado que más de 155 millones de niños padecen de sobrepeso y obesidad (2,3), y en el año 2014 se estimaba que 41 millones de estos niños estaban por debajo de los cinco años de edad (3,4). Aunque existe la percepción que el sobrepeso infantil se trata de un problema cosmético, hay evidencia que sus consecuencias afectan la vida adulta en persistencia del sobrepeso, patología psicológica y morbilidad por enfermedad cardiovascular y diabetes tipo II (5-7).

Respecto de la salud esquelética, recientes investigaciones sugieren que el sobrepeso y la obesidad se asocian a cambios negativos en el metabolismo óseo. Durante la infancia, el incremento de la masa grasa se asocia a aumento en la densidad ósea mineral y a la calidad y fuerza del hueso; esta relación se invierte con la ganancia excesiva de tejido adiposo (8,9). Este efecto se observa en niños pre púberes, pero se pierde durante la pubertad y el periodo inmediatamente posterior a ella (9). Empero, los límites a partir del cual el aumento de peso empieza a ser nocivo y a qué edad no se han logrado identificar.

La obesidad también genera un cambio en las hormonas del crecimiento durante la pubertad y tiene una influencia sobre el desarrollo óseo a través de la liberación alterada de adipocinas (9,10). Por otro lado, la obesidad en la población pediátrica no se ha identificado como una causa directa de osteoporosis; sin embargo, existen varios mecanismos celulares asociados a la acumulación de grasa que pueden contribuir a la osteoporosis y a fracturas óseas mediadas por un ambiente de inflamación crónica de bajo grado (11).

Desde una perspectiva mecánica, existen estudios que han determinado que las personas con sobrepeso y con obesidad presentan peor estabilidad que sus contrapartes con peso normal, lo que condiciona un aumento en la frecuencia de

caídas. Goulding y sus colaboradores, en su estudio del 2003, observaron que los sujetos con mayores IMC presentaban puntajes menores en la prueba de Bruininks-Oseretsky, al demostrar que los niños delgados son más estables que los niños obesos (12). Esta inestabilidad se presenta también en población adulta, como fue reportado por Hue *et al* en su estudio realizado en 59 hombres mayores de 24 años (13). La obesidad también genera una marcha más inestable y con mayor bamboleo en niños obesos, como fue demostrado por McGraw y su equipo en el 2000 (14).

Aunado a esto, la población obesa presenta una masa ósea menor relativa a su tamaño corporal, y el aumento en el IMC puede resultar en una mayor cantidad de energía que actúa sobre la extremidad ante un trauma contuso (8,14). Rana y colaboradores, en su artículo del 2009, encontraron un aumento en la incidencia de fracturas en las extremidades, y un aumento en la severidad de las mismas en pacientes obesos (15). Un estudio liderado por Ferro en el 2018, demostró una mayor incidencia de fracturas en niños obesos entre los seis y los 12 años de edad, al encontrar que el incremento en el IMC se asociaba a fracturas más severas (16). También existe un aumento en la necesidad de manejo quirúrgico de las fracturas, y de sus complicaciones, en los pacientes con sobrepeso y obesidad (15,17).

Es tal la influencia que tiene el peso, que se han descrito patrones de fracturas que se encuentran con más frecuencia en pacientes obesos. El trabajo de Li y colaboradores, encontró diferencias significativas en los patrones de fractura de antebrazo en pacientes de 2 a 17 años según su índice de masa corporal. Se observó un aumento de fracturas de radio y radio-ulnar distal en pacientes obesos, en contraste con pacientes de peso normal en donde se observó un aumento en la incidencia de fracturas de ulna y un aumento en la incidencia de fracturas expuestas (18).

Respecto de fracturas de húmero distal, Fornari *et al*, encontraron que los pacientes con sobrepeso y obesidad presentaban mayor incidencia de fracturas de cóndilo lateral respecto de fracturas supracondíleas, mayor severidad de las mismas y una mayor incidencia de manejo quirúrgico (19). El presente estudio reproduce

esta investigación con el objetivo de determinar si también en nuestro medio el peso corporal influye en la morfología de las fracturas.

Métodos de trabajo

Tipo de estudio

Se trata de un estudio observacional, retrospectivo, lineal, no aleatorizado, descriptivo, cualitativo de revisión de expedientes clínicos.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Todo paciente mayor de dos años atendido en el Hospital Nacional de Niños por el Servicio de Ortopedia en el área de emergencias por fracturas supracondíleas y fracturas de cóndilo lateral de húmero distal en el periodo comprendido entre el 1º de septiembre hasta el 31 de diciembre del 2019.

Criterios de exclusión

- Pacientes con displasia ósea
- Pacientes con enfermedades metabólicas que afectan el tejido óseo
- Pacientes en tratamiento con medicamentos que afectan el metabolismo óseo (esteroides)
- Fracturas patológicas
- Trauma no accidental

Método

Se siguió la metodología utilizada por Fornari y colaboradores (19). De todos los casos elegibles se obtuvo información respecto de la edad, sexo, peso, talla y mecanismo de trauma de la lesión. Se clasificó el mecanismo de trauma como de baja energía (caída menor a la altura del paciente y traumas contusos) o alta energía (choques, atropellos, precipitaciones, trauma asociado a actividad deportiva). Se utilizó la definición de peso normal como un IMC para la edad por debajo del percentil 85, sobrepeso entre el percentil 85 a 95 y obesidad a un IMC para la edad por arriba del percentil 95, según el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (1). Los anexos #1 y #2 muestran los gráficos de IMC para la edad del CDC.

Para clasificar la morfología de las fracturas se utilizaron los sistemas propuestos por Gartland y Weiss para fracturas supracondíleas y de cóndilo lateral, respectivamente. Las fracturas supracondíleas grado I presentan ningún o mínimo desplazamiento; las grado II presentan angulación del fragmento distal, pero mantienen contacto de la cortical cóncava; las grado III presentan disrupción total de las corticales (20). Las fracturas supracondíleas grado IV, descritas por Leitch y colaboradores como una modificación de la clasificación de Gartland, presentan inestabilidad multidireccional, pueden tener desplazamiento en flexión o extensión y existe interrupción del periostio (21). Respecto de las facturas de cóndilo lateral, la clasificación de Weiss describe como tipo I las que tienen desplazamiento menor a 2 mm, tipo II tienen un desplazamiento mayor de 2 mm con cartílago articular intacto y tipo III cuando hay alteración del cartílago articular (22).

El Anexo #3 muestra la hoja de recolección de datos.

Análisis estadístico y análisis de resultados

Una vez tabulados los datos, se buscaron tendencias entre los resultados para definir si existe correlación entre el peso y la morfología de las fracturas de húmero distal. El análisis estadístico consistió en buscar los promedios de las variables y estos se comparan al utilizar pruebas de T Student para muestras independientes y análisis de varianza cuando son más de tres promedios. Para la comparación de proporciones se utilizó la prueba de Chi cuadrado y la prueba de Chi cuadrado de tendencia. Se consideraron estadísticamente significativas las p menor o igual a 0,05.

Los datos fueron tabulados y procesados con el sistema operativo Excel® de Microsoft®.

Definición de variables

Tabla 1. Definición de variables utilizadas en el estudio	
Variable	Definición
Sexo	Femenino o Masculino
Edad	Edad cumplida en años y meses
Peso	Valor en kilogramos
Talla	Valor en metros
IMC	Índice calculado con base en el peso y talla del paciente, medida en kg/m^2
Fractura supracondílea	Fractura de húmero distal en el nivel de las crestas supracondíleas
Fractura de cóndilo lateral	Fractura oblicua de húmero distal que se extiende típicamente desde la metáfisis lateral, hacia le epífisis y llega hasta la superficie articular
Manejo conservador	Manejo con inmovilización con yeso braquiopalmar
Manejo con reducción cerrada y fijación interna (RCFI)	Manejo quirúrgico con movilización de la fractura y fijación percutánea
Manejo con reducción abierta y fijación interna (RAFI)	Manejo quirúrgico con disección quirúrgica del foco de fractura y fijación percutánea
Mecanismo de trauma de baja energía	Traumas contusos y traumas por caídas menores a la altura del paciente
Mecanismo de trauma de alta energía	Traumas asociados a actividad deportiva, por choques, atropellos o precipitaciones

Resultados

Durante el tiempo comprendido, se captó un total de 185 niños atendidos en nuestro servicio por fracturas supracondíleas o de cóndilo lateral de húmero distal, de estos, se han excluido 13 pacientes por no contar con los datos requeridos. De los 172 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, 132 (77%) pacientes presentaron fracturas supracondíleas y 40 (23%) presentaron fracturas de cóndilo lateral (Figura 1). Se observaron 111 (65%) hombres y 61 (35%) mujeres, con un promedio de edad de 5,7 años. El promedio del IMC de la población de estudio fue de 16,2 (rango: 9,9 - 33,6). 132 pacientes (77%) presentaron un IMC por debajo del percentil 85, 15 pacientes (9%) presentaron sobrepeso y 25 pacientes (14%) presentaron obesidad. Las características de la población de estudio se resumen en la Tabla 2. Al comparar los promedios del IMC contra los dos tipos de fracturas, y la edad contra el tipo de fractura, se observó un valor p de 0,989 y 0,670, respectivamente. (Anexo #4, Tablas #3 y #4)

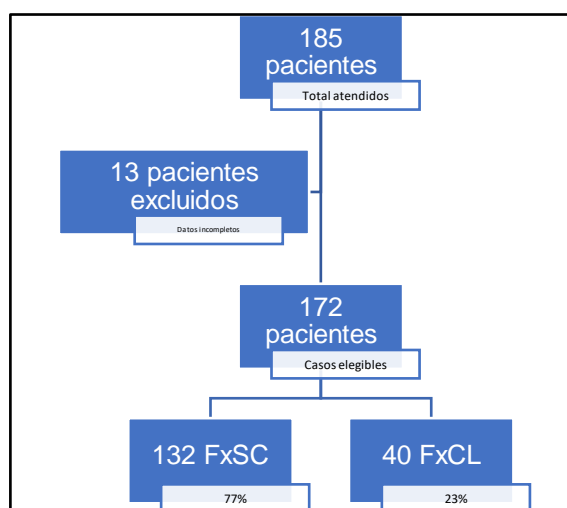


Figura 1. Población estudiada en el Servicio de Emergencias del Hospital Nacional de Niños, 1º de septiembre al 31 de diciembre 2019

En el subgrupo de fracturas supracondíleas, se contaron 85 hombres (64%) y 47 mujeres (36%). De estos, 102 (77%) presentaban un peso catalogado como

normal o menor, 11 (8%) presentaron sobrepeso y 19 (15%) obesidad. Respecto de la clasificación de las fracturas según Gartland modificada, 39 fueron grado I (30%), 45 fueron grado II (34%), 42 fueron grado III (32%) y 6 fueron grado IV (4%). La relación entre el IMC y el grado de severidad de las fracturas demostró un aumento proporcional, con un valor p de 0,015. (Anexo #4, Tabla #5) De estos pacientes, 48 (36%) fueron manejados de manera conservadora y a 80 pacientes (61%) se les dio manejo quirúrgico con reducción cerrada y fijación interna. Fue necesario realizar una reducción abierta en 4 pacientes (3%).

Tabla 2.					
Características de la población de estudio					
	FxSC		FxCL		Total (n=172)
	(n=132)		(n=40)		
Sexo					
Masculino	85 (64%)		26 (65%)		111 (65%)
Femenino	47 (36%)		14 (35%)		61 (35%)
IMC					
Normal	102 (77%)		30 (75%)		132 (77%)
Sobrepeso	11 (8%)		4 (10%)		15 (9%)
Obesidad	19 (15%)		6 (15%)		25 (14%)
Clasificación					
	Gartland I	39 (30%)	Weiss I	12 (30%)	
	Gartland II	45 (34%)	Weiss II	16 (40%)	
	Gartland III	42 (32%)	Weiss III	12 (30%)	
	Gartland IV ^a	6 (4%)			
Manejo					
Conservador	48 (36%)		9 (23%)		57 (33%)
RCFI	80 (61%)		12 (30%)		92 (54%)
RAFI	4 (3%)		19 (47%)		23 (13%)

^aClasificación de Gartland modificada. Leitch, 2006.

En lo que respecta al grupo de fracturas de cóndilo lateral (40 pacientes), hubo 26 hombres (65%) y 14 mujeres (35%). De estos, 30 pacientes presentaron peso

normal (75%), 4 se catalogaron con sobrepeso (10%) y 6 con obesidad (15%). Según la clasificación de Weiss, hubo 12 fracturas tipo I (30%), 16 casos de tipo II (40%) y 12 casos de tipo III (30%). En 9 casos se decidió dar un manejo conservador (23%). La comparación entre el IMC y la severidad de la fractura en este grupo no demostró una relación lineal. (Anexo #4, Tabla #6) De los pacientes a los que se les dio manejo quirúrgico, 12 se trataron con reducción cerrada (30%) y 19 con reducción abierta (47%).

En relación con la energía del mecanismo de trauma, las fracturas supracondíleas presentaron una distribución del 50% entre baja y alta energía, con 66 pacientes en cada categoría. Respecto de las fracturas de cóndilo lateral, se encontró que 62% eran producto de lesiones de baja energía y 38% por mecanismos de alta energía. La relación observada entre la energía del trauma y el tipo de fractura ($p = 0,165$), entre la energía y la severidad de las fracturas supracondíleas ($p = 0,433$) y entre la energía y la severidad de las fracturas de cóndilo lateral ($p = 0,069$) no muestra un valor estadísticamente significativo. (Anexo #4, Tablas #7, #8 y #9)

Discusión

El sobrepeso y la obesidad infantil son un problema serio de salud pública, no sólo por su efecto deletéreo de la salud de los niños, sino también por las enfermedades a las que se asocian en la vida adulta (4-7,23). El efecto del aumento del IMC en la salud musculoesquelética ha sido documentado de manera inequívoca (8-11,15-19). Este estudio se suma a la evidencia de este fenómeno.

Aunque el IMC aumenta con la edad, no se encontró una asociación entre la edad y las fracturas de cóndilo externo. Sí se observó una relación estadísticamente significativa entre el aumento del IMC y la severidad de las fracturas supracondíleas, aunque no fue posible establecer una relación entre el aumento del IMC y la incidencia de fracturas de cóndilo lateral, como lo evidenciaron Fornari y sus colaboradores.

Hay dos razones que podrían explicar esta diferencia de resultados. Primero, la población estudiada por Fornari fue considerablemente más grande, al sumar 1022 casos. De estos, 230 (23%) correspondían a fracturas de cóndilo lateral, contra 40 casos de la presente investigación, lo que supone una diferencia importante. Lo reducido del tamaño de la población de estudio es la limitación más pertinente de esta investigación.

La segunda razón corresponde a las características de las poblaciones estudiadas. Llama la atención que en este estudio la proporción de fracturas de cóndilo también fue de un 23%, sin embargo, hubo menor cantidad de pacientes obesos en la población costarricense (14%). Fornari encontró una prevalencia de obesidad del 23%. Por lo tanto, es esperable que una población más obesa presente lesiones más severas.

Existe otro posible motivo que explique la diferencia observada entre ambos estudios, que corresponde a los niveles de vitamina D de los pacientes. Ampliamente conocida en el adulto mayor, se ha investigado la asociación entre la incidencia de fracturas y la deficiencia / insuficiencia de vitamina D. Recientes estudios han observado un aumento en la prevalencia de fracturas en niños con

deficiencia de vitamina D, incluso un aumento en la necesidad de manejo quirúrgico de las mismas (24-27). Por vivir en el trópico, existe la posibilidad que la población de estudio goce de mejores niveles de vitamina D por una exposición al sol durante todo el año, comparado con poblaciones de otras latitudes. Esta determinación escapa al modelo del presente estudio.

Respecto del manejo de las fracturas, solamente se realizaron 4 reducciones abiertas de fracturas supracondíleas (3%). Es interesante que estos cuatro pacientes eran hombres y los cuatro presentaban un IMC por debajo del percentil 85. Este hallazgo es contrario a lo documentado por Li, que encontró que las fracturas supracondíleas en niños obesos entre los 8 y 12 años de edad tienen un riesgo 4 veces mayor de requerir reducciones abiertas (28). En el presente estudio, ningún paciente obeso o con sobrepeso requirió de reducciones abiertas para el manejo de las fracturas supracondíleas. Esto a pesar de haberse observado una relación entre la severidad de las fracturas y el aumento del IMC.

Para el manejo de las fracturas de cóndilo lateral, la decisión del tratamiento depende del desplazamiento de los fragmentos óseos según la clasificación de Weiss (19,20). Dado que no se observó una relación significativa entre el IMC y la severidad de estas fracturas, no es posible aseverar que el IMC haya influido en la toma de decisiones para el tratamiento de estas fracturas ni que la necesidad de una reducción abierta dependa del IMC.

Por último, no se encontró una relación entre la energía del mecanismo de trauma y la severidad de las fracturas, tanto supracondíleas como las de cóndilo lateral. Es importante tomar en consideración que esta asociación presenta un importante sesgo ya que los cuidadores de los pacientes pueden no recordar de manera exacta las condiciones en las que se lastimó el paciente y en ocasiones suponen lo que sucedió. Esta es otra limitante del presente estudio. A pesar de esto, sí se observó una tendencia en el aumento de la severidad de las fracturas supracondíleas asociadas a mayor energía en el mecanismo de trauma al sumar los casos III y IV de la clasificación de Gartland modificada. (Anexo #4, Tabla #10)

En síntesis, el sobrepeso y la obesidad infantil representan un problema de salud que va más allá de lo estético y psicológico. Esta investigación encontró una relación entre el aumento del IMC y la severidad de las fracturas supracondíleas en la población pediátrica. Esto confirma la realidad que el aumento del peso corporal influye en la gravedad de las fracturas. Aunque hace falta llevar a cabo investigaciones con poblaciones de mayor tamaño para obtener resultados más sólidos, sí se puede tener certeza de la importancia de un adecuado manejo nutricional en todas las etapas del crecimiento.

Conclusiones

1. No hay una mayor incidencia de fracturas de cóndilo lateral con el aumento del IMC en la población estudiada.
2. El sobrepeso y la obesidad se asocian a peor severidad de las fracturas supracondíleas de húmero distal en la población estudiada
3. La edad del paciente no influye en la morfología de las fracturas de húmero distal en la población infantil y adolescente.
4. Existe una tendencia de mayor severidad en las fracturas supracondíleas en los traumas de alta energía.
5. El IMC no tiene inherencia en el manejo de las fracturas de húmero distal y no tiene relación con la necesidad de llevar a cabo reducciones abiertas de los focos de fractura.

Referencias

1. Barlow S, Expert Committee. Expert Committee Recommendations Regarding the Prevention, Assessment, and Treatment of Child and Adolescent Overweight and Obesity: Summary Report. *Pediatrics*. 2007;120(4):S164-192
2. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO child growth standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr*. 2006;Suppl 450:76–85
3. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*. 2004;5(suppl 1):4–104
4. WHO. Report of the commission on ending childhood obesity. WHO, Geneva. 2016
5. Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, et al. Health consequences of obesity. *Arch Dis Child*. 2003;88:748–752
6. Lauer RM, Clarke WR. Childhood risk factors for high adult blood pressure: the Muscatine Study. *Pediatrics* 1989;84:633–41
7. Shear CL, Freedman DS, Burke GL, Harsha DW, Berenson GS. Body fat patterning and blood pressure in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *Hypertension* 1987;9:236–44
8. Dimitri P. Fat and bone in children - Where Are We Now? *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2018;23:62-69
9. Dimitri P, Bishop N, Walsh JS, Eatell R. Obesity is a risk factor for fracture in children but is protective against fracture in adults: A paradox. *Bone* 50 (2012) 457–466
10. Dimitri P. The Impact of Childhood Obesity on Skeletal Health and Development. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome* 2019;28:4-17
11. Faienza MF, D'Amato G, Chiarito M, Colaianni G, Colucci S, Grano M, Brunetti G. Mechanisms Involved in Childhood Obesity-Related Bone Fragility. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019 May 3;10:269
12. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture* 2003;17:136–41.

13. Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Dore J, Marceau P, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture* 2007;26:32–8.
14. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehab* 2000;81:484–9
15. Rana AR, Michalsky MP, Teich S, Groner JI, Caniano DA, Schuster DP. Childhood obesity: a risk factor for injuries observed at a level-1 trauma center. *Journal of Pediatric Surgery* 2009;44:1601–5
16. Ferro V, Mosca A, Crea F, Mesturino M, Olita C, Vania A, Reale A, Nobili V, Raucci U. The relationship between body mass index and children's presentations to a tertiary pediatric emergency department. *Italian Journal of Pediatrics* (2018) 44:38
17. Li NY, Kalagara S, Hersey A, Eltorai AEM, Daniels AH, Cruz AI Jr. Impact of obesity on operative treatment and inpatient outcomes of paediatric limb fractures. *Bone Joint J.* 2019 Apr;101-B(4):491-496
18. Li Y, James C, Byl N, Sessel J, Caird M, Farley F, Robbins C. Obese Children Have Different Forearm Fracture Characteristics Compared With Normal-weight Children. *J Pediatr Orthop.* 2019 May 13 [Epub ahead of print]
19. Fornari E, Suszter M, Roocroft J, Bastrom T, Edmonds E, Schlechter J. Childhood Obesity as a Risk Factor for Lateral Condyle Fractures Over Supracondylar Humerus Fractures. *Clin Orthop Relat Res* (2013) 471:1193–1198
20. Skaggs D, Frick S. Chapter 33: Upper Extremity Fractures in Children. En: Weinstein S, Flynn J. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. Séptima edición. Filadelfia, Pensilvania, EEUU. Lippincott Williams y Wilkins, 2014. Páginas 1708, 1726.
21. Leitch KK, Kay RM, Jemino JD, Tolo VT, Storer SK, Skaggs DL. Treatment of Multidirectionally Unstable Supracondylar Humeral Fractures in Children: A Modified Gartland Type-IV Fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(5):980-985
22. Weiss J, Graves S, Yang S, Mendelsohn E, Kay R, Skaggs D. A New Classification System Predictive of Complications in Surgically Treated Pediatric Humeral Lateral Condyle Fractures. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:602-605

23. Witt C, Arbabi S, Nathens A, Vavilala M, Rivara F. Obesity in pediatric trauma. *Journal of Pediatric Surgery*. 52 (2017) 628-632
24. Liu T, Wang E, Li Q, Li L. High prevalence of vitamin D insufficiency in Chinese children with upper limb fractures. *Genes & Diseases*. 2020;7:408-413
25. Thompson R, Dean D, Goldberg S, Kwasny M, Langman C, Janicki J. Vitamin D insufficiency and fracture risk in urban children. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(6):368-373
26. Minkowitz B, Cerame B, Poletick E, Nguyen J, Formoso N, Luxenberg S, Lee B, Lane J, Morris-Essex Pediatric Bone Health Group. Low vitamin D levels are associated with need for surgical correction of pediatric fractures. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(1):23-29
27. Hosseinzadeh P, Mohseni M, Minaie A, Kiebzak GM. Vitamin D status in children with forearm fractures: Incidence and risk factors. *JAAOS Glob Res Rev*. 2020;4:e20.00150. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00150
28. Li NY, Bruce W, Joyce C, Decker N, Capello T. Obesity's Influence on Operative Management of Pediatric Supracondylar Humerus Fractures. *J Pediatr Orthop*. 2018;38:e118-e121

Anexo #3**Muestra de hoja de recolección de datos.**

Hoja de recolección de datos

1. Nombre: _____
2. Número de identificación: _____
3. Edad: _____ años, _____ meses
4. Fecha de la fractura: _____
5. Peso: _____ kg
6. Talla: _____ m
7. IMC: _____
 - Peso normal ☐ / Sobrepeso ☐ / Obesidad ☐
8. Grado de la fractura:
 - Supracondílea
 - Gartland I ☐ / Gartland II ☐ / Gartland III ☐ / Gartland IV ☐
 - Cóndilo lateral
 - Weiss I ☐ / Weiss II ☐ / Weiss III ☐
9. Manejo de la fractura
 - Conservador ☐ / RC+FI ☐ / RA+FI ☐
10. Energía del trauma
 - Descripción del mecanismo de trauma
 - ☐ Baja energía: caídas iguales o menores a la altura del paciente y traumas contusos
 - ☐ Alta energía: choques, atropellos, precipitaciones, trauma deportivo

Anexo #4

Tablas de análisis estadístico

Tabla 3. IMC vs tipo de fractura				
Fractura	n	media (IMC)	Desviación estándar	Valor de p
FxSC	132	16,16	2,94	0,989
FxCL	40	16,16	2,57	

Tabla 4. Edad vs tipo de fractura				
Fractura	n	media (Edad)	Desviación estándar	Valor de p
FxSC	132	5,62	2,36	0,670
FxCL	40	5,80	2,62	

Tabla 5. IMC vs grado de severidad (FxSC)				
Gartland	n	media (IMC)	Desviación estándar	Valor de p
I	39	15,73	2,46	0,015
II	45	15,67	2,24	
III	42	16,63	3,62	
IV	6	19,38	3,34	

Tabla 6. IMC vs grado de severidad (FxCL)				
Weiss	n	media (IMC)	Desviación estándar	Valor de p
I	12	16,21	2,85	0,810
II	16	15,86	2,06	
III	12	16,50	3,03	

Tabla 7. Energía vs Tipo de fractura				
Energía	FxSC: n (%)	FxCL: n (%)	Total: n (%)	Valor de p
Baja	66 (72,5)	25 (27,5)	91 (100)	0,165
Alta	66 (81,5)	15 (18,5)	81 (100)	

Tabla 8. Energía vs grado de severidad (FxSC)			
Gartland	Baja energía: n (%)	Alta energía: n (%)	Valor de p
I	22 (33,3)	17 (25,8)	0,433
II	23 (34,8)	22 (33,3)	
III	17 (6,1)	25 (37,9)	
IV	4 (6,1)	2 (3,0)	
Total	66 (100)	66 (100)	

Tabla 9. Energía vs grado de severidad (FxCL)			
Weiss	Baja energía: n (%)	Alta energía: n (%)	Valor de p
I	8 (32)	4 (27)	0,069
II	8 (32)	8 (53)	
III	9 (36)	3 (20)	
Total	25 (100)	15 (100)	

Tabla 10. Energía vs grado de severidad (FxSC)			
Gartland	Baja energía: n (%)	Alta energía: n (%)	Valor de p
I	22 (33,3)	17 (25,8)	0,1999
II	23 (34,8)	22 (33,3)	
III	21 (31,8))	27 (40,9)	
Total	66 (100)	66 (100)	

Anexo #5**Carta de aprobación filológica****Carta de aprobación filológica.**

San José, 11 de enero del 2021

Señores
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

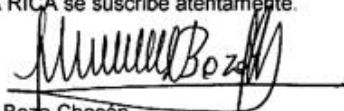
Estimados señores:

Yo, Mario Boza Chacón, mayor, casado, Filólogo, incorporado al Colegio de **Licenciados y Profesores**, con el número de carné **5034**, vecino de **Coronado**, portador de la cédula de identidad **103580444**, hago constar:

Que he revisado el trabajo final de graduación para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología Infantil, denominado EFECTO DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN FRACTURAS DE HÚMERO DISTAL EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA.

1. Que el trabajo final de graduación es sustentado por el estudiante Dr. Carlos Luis Abarca Campos.
2. Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera que mi participación satisfaga los requerimientos de la UNIVERSIDAD DE COSTA RICA se suscribe atentamente.



Prof. Mario Boza Chacón
Filólogo Afiliado al Colegio de
Licenciados y Profesores